

JC09 Rec'd PCT/PTO 27 SEP 2005

5015.1014

IN THE UNITED STATES PATENT & TRADEMARK OFFICE

Re: Application of: Ulrich DENECKE, et al.
Serial No.: To Be Assigned
Filed: Herewith as national phase of International Patent
Application PCT/EP2003/014215, filed December 13, 2003
For: **DRILLING ELEMENT FOR A BEARINGLESS
ROTOR**

Mail Stop: PCT
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

September 27, 2005

LETTER RE: PRIORITY

Sir:

Applicant hereby claims priority of German Applications Serial No. DE 103 13 982.6
filed March 27, 2003 through International Patent Application No. PCT/EP2003/014215, filed
December 13, 2003.

Respectfully submitted,

DAVIDSON, DAVIDSON & KAPPEL, LLC

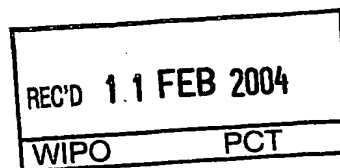
By 

William C. Gehris, Reg. No. 38,156
(signing for Thomas P. Canty, Reg. No. 44,586)

Davidson, Davidson & Kappel, LLC
485 Seventh Avenue, 14th Floor
New York, New York 10018
(212) 736-1940

EP 03/14215

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen:

103 13 982.6

Anmeldetag:

27. März 2003

Anmelder/Inhaber:

EUROCOPTER DEUTSCHLAND GmbH,
Donauwörth/DE

Bezeichnung:

Drillelement für einen lagerlosen Rotor

IPC:

B 64 C 27/33

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 18. Dezember 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Agurks

Drillelement für einen lagerlosen Rotor

5

TECHNISCHES GEBIET

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Drillelement für einen lagerlosen Rotor. Ferner betrifft die Erfindung einen lagerlosen Rotor mit einem solchen Drillelement sowie ein
10 Drehflügelflugzeug, insbesondere ein Hubschrauber, mit einem solchen Rotor.

STAND DER TECHNIK

Aus der EP 0 323 857 B1 ist eine an einem Rotormast anzubringende Biegeplatte
15 bekannt, umfassend einen Rotormast-Befestigungsabschnitt, einen an einem freien Ende der Biegeplatte angeordneten Rotorblatt-Befestigungsabschnitt in Form von zwei Buchsen sowie einen zwischen dem Rotormast-Befestigungsabschnitt und dem Rotorblatt-Befestigungsabschnitt befindlichen schwenkweichen und torsionsweichen
20 Zwischenbereich, der ein Drillelement bildet. Das Drillelement besitzt einen annähernd H-förmigen Querschnitt, der aus einem mittleren, streifenförmigen Element und zwei dazu seitlich angeordneten Elementen gebildet ist, die jeweils eine Querschnittsform in der Gestalt eines liegenden Y besitzen. Die Schenkel des Y-förmigen
Querschnittsbereichs sind stark abgespreizt. Der H-förmige Querschnitt bzw. seine
zusammengesetzten Einzelelemente weisen eine im wesentliche konstante
25 Materialdicke auf. Die Biegeplatte ist weitgehend aus Faserverbundwerkstoff hergestellt. Aufgrund der H-förmigen Querschnittsgestaltung sowie der starken Abspreizung der Schenkel des Y-förmigen Querschnittsbereichs kann es bei einer Torsion des Drillelementes zu einer ungünstigen Verwölbung des Querschnittsprofils kommen.

30

Aus der US-P-5 358 381 ist ein an einem Rotormast anzubringendes Joch bekannt, umfassend einen Rotormast-Befestigungsabschnitt, einen sich daran anschließenden plattenförmigen schlagweichen Bereich, einen an einem freien Ende des Jochs angeordneten Rotorblatt-Befestigungsabschnitt in Form von zwei Buchsen sowie

einen zwischen dem schlagweichen Bereich und dem Rotorblatt-Befestigungsabschnitt befindlichen schwenk- und torsionsweichen Zwischenbereich, der ein Drillelement bildet. Das Drillelement besitzt einen sternförmigen Querschnitt mit sechs Stegen oder Armen (dort als „flanges“ bezeichnet). Die Stege, die eine im wesentlichen konstante Materialdicke besitzen, sind relativ zueinander stark abgespreizt angeordnet. Das Joch ist weitgehend aus Faserverbundwerkstoff hergestellt. Die einzelnen Stege besitzen eine Außenlage aus einem Fasergewebe. Aufgrund der erläuterten Querschnittsgestaltung sowie der starken Abspreizung der Stege bzw. Arme kann es bei einer Torsion des Drillelementes zu einer ungünstigen Verwölbung des Querschnittsprofils kommen.

Die DE-OS-2917301 offenbart einen lagerlosen Rotor mit einem schlag-, schwenk- und torsionsweichen Strukturelement. Die Torsionsweichheit verleiht dem Strukturelement neben den schlag- und schwenkweichen Eigenschaften die Eigenschaft eines Drillelementes. Dieses Drillelement besitzt eine im wesentlichen T-förmige oder kreuzförmige Querschnittsgestalt. Die einzelnen Stege bzw. Arme des T-förmigen oder kreuzförmigen Querschnitts, die eine im wesentlichen konstante Dicke besitzen, sind geschlitzt ausgebildet.

Für bestimmte Anwendungen, wie z.B. Kipprotoren für ein als Kipprotorhubschrauber ausgestaltetes Drehflügelflugzeug, ist es erforderlich, den Anschluss eines Rotorblattes möglichst schwenksteif auszugestalten. Aufgrund der am Rotor auftretenden hohen Belastungen ist hierbei eine hohe Festigkeit des Drillelementes erforderlich. Würden man für einen solchen Einsatzzweck die konventionellen Drillelemente in unveränderter Form verwenden, so würde dies zu einer zu schwenkweichen Anbindung eines Rotorblattes an einem Rotorkopf führen. Ferner wäre die Festigkeit des Drillelementes nicht mehr hinreichend gewährleistet. Falls man hingegen die vorbekannten Drillelemente hinreichend schwenksteif und stabil ausgestaltete, so würden die Drillelemente aufgrund der daraus resultierenden, zu hohen Torsions- bzw. Drillsteifigkeit nicht mehr genügend verdrehbar sein, was sich insbesondere auf die Steuerbarkeit eines mit einem solchen Drillelement ausgestatteten Rotors nachteilig auswirkt. Darüber hinaus besäßen solche Drillelemente ein recht hohes Gewicht und einen sehr großen Gesamtquerschnitt, was sowohl aus aerodynamischen Gründen als auch im Hinblick auf ein möglichst

geringes Leergewicht eines Drehflügelflugzeugs nicht erstrebenswert ist. Schließlich sind die bekannten Drillelemente auch sehr lang, was aus aerodynamischer Sicht nachteilig ist, da der Gesamtluftwiderstand des Drillelementes recht hoch ist und darüber hinaus ein relativ großer Bereich eines Rotorradius nicht für einen aerodynamisch wirksamen Bereich eines Rotorblattes genutzt werden kann.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Aufgabe der Erfindung ist es, ein kompaktes Drillelement mit einer hohen Schwenksteifigkeit bei geringer Torsions- bzw. Drillsteifigkeit und gleichzeitig hoher Torsions bzw. Drillfestigkeit zu schaffen. Ferner soll ein lagerloser Rotor und ein Drehflügelflugzeug mit einem solchen Drillelement bereit gestellt werden.

Die vorhergenannte Aufgabe wird gemäß einem ersten Aspekt gelöst durch ein erfindungsgemäßes Drillelement mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

Dieses Drillelement für einen lagerlosen Rotor, welches weitgehendst aus Faserverbundwerkstoff hergestellt ist, verfügt über eine im wesentlichen symmetrische, abgeflachte Drillelement-Querschnittsform, welche annähernd die Umrissform eines liegenden, mittigen Doppelkegelschnitts besitzt. Man kann auch sagen, die Umrissform besitzt eine Gestalt ähnlich einer „Fliege“ oder einer liegenden Sanduhr, oder die Form von zwei schmalen, liegenden, im wesentlichen gleichschenkligen Dreiecken, die im Bereich ihren einander zugewandten Spitzen miteinander verbunden sind. Im weitesten Sinne könnte man die Umrissform auch noch als X-förmig bezeichnen, wobei jedoch die Bereiche zwischen zwei benachbarten Schenkeln des „X“ weitestgehend durch Faserverbundwerkstoffmaterial ausgefüllt sind.

Das erfindungsgemäße Drillelement besitzt eine sehr hohe Schwenksteifigkeit bei gleichzeitig geringer Torsions- bzw. Drillsteifigkeit und einer hohen Torsions bzw. Drillfestigkeit. Es ist bei einer Verdrehung verwölbungsfrei. Das erfindungsgemäße Drillelement weist gleichzeitig einen vergleichsweise kompakten Gesamtquerschnitt bei hoher Festigkeit auf. Das erfindungsgemäße Drillelement ist damit besonders für Kipprotoranwendungen geeignet. Weil das erfindungsgemäße Drillelement, wie zuvor

erwähnt, sehr verdrehweich ist, kann es bei einem vorgegebenen Verdrehwinkelbereich auch erheblich kürzer als vorbekannte Drillelemente ausgestaltet werden. Die Länge des erfindungsgemäßen Drillelementes ist bis auf ca. ein Drittel der Länge eines konventionellen, vorbekannten Drillelementes reduzierbar.

5 Daraus resultieren in Verbindung mit dem kompakten Gesamtquerschnitt wiederum erhebliche aerodynamische Vorteile: im Rotorbetrieb wird der Gesamtluftwiderstand des Drillelementes reduziert, und die durch die mögliche Verkürzung des Drillelementes gewonnene Anteil einer Rotorradiuslänge kann für aerodynamisch wirksame Rotorblattbereiche eines Rotorblattes genutzt werden. Dies reduziert
10 wiederum den Gesamtwiderstand des Rotors und erhöht dessen aerodynamische Güte.

Weitere bevorzugte und vorteilhafte Ausgestaltungsmerkmale des erfindungsgemäßen Drillelementes sind Gegenstand der Unteransprüche 2 bis 13.

15

Die oben genannte Aufgabe wird gemäß einem zweiten Aspekt gelöst durch einen lagerlosen Rotor mit den Merkmalen des Anspruchs 14. Darüber hinaus wird die oben genannte Aufgabe gemäß einem dritten Aspekt gelöst durch ein erfindungsgemäßes Drehflügelflugzeug mit den Merkmalen des Anspruchs 15.

20

Die mit dem erfindungsgemäßen lagerlosen Rotor und dem erfindungsgemäßen Drehflügelflugzeug erzielbaren Vorteile sind im wesentlichen die gleichen, wie Sie oben im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Drillelement erläutert wurden.

25 Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung mit zusätzlichen Ausgestaltungsdetails und weiteren Vorteilen ist nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung näher beschrieben und erläutert.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

30

Die Figur zeigt eine schematische Querschnittsdarstellung eines erfindungsgemäßen Drillelementes.

DARSTELLUNG EINES BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELS

In der Figur ist eine schematische Querschnittsdarstellung eines erfindungsgemäßen Drillelementes 2 für einen lagerlosen Rotor dargestellt. Das Drillelement 2 ist weitgehendst aus Faserverbundwerkstoff hergestellt. Wie in der Zeichnung deutlich erkennbar, besitzt es eine symmetrische, abgeflachte Drillelement-Querschnittsform, welche annähernd die Umrissform eines liegenden, mittigen Doppelkegelschnitts besitzt. Die horizontale Mittelachse des Drillelement-Querschnitts ist mit dem Bezugszeichen H und die vertikale Mittelachse mit dem Bezugszeichen V gekennzeichnet. Man kann auch sagen, der Umriss des Drillelement-Querschnitts besitzt annähernd die Gestalt von zwei relativ schmalen, liegenden, im wesentlichen gleichschenkligen Dreiecken, die symmetrisch zur horizontalen und vertikalen Mittelachse H, V ausgerichtet und im Bereich ihrer einander zugewandten Spitzen miteinander verbunden sind. Diese Umriss- oder Querschnittsform ist nahezu vollständig mit Faserverbundmaterial ausgefüllt, wie nachfolgend noch näher erläutert werden wird. Die Längsrichtung bzw. Längsachse des Drillelementes ist mit dem Bezugszeichen A angedeutet. Die Längsachse A verläuft vorzugsweise radial zum Rotorkreis des Rotors bzw. erstreckt sich im wesentlichen parallel zu der Längsrichtung eines Rotorblattes des Rotors.

Wie aus der Figur des weiteren hervorgeht, ist die zuvor beschriebene Drillelement-Querschnittsform durch zwei einander um die vertikale Mittelachse V spiegelsymmetrisch seitlich gegenüberliegende gleichartige Gruppen (s1 bis S3 und S4 bis S6) von Stegen S1 bis S6 gebildet. Die Stege S1 bis S6 besitzen einen gemeinsamen dünnen, abgeflachten Wurzelbereich 4, der sich in einem Bereich um die Längsachse A herum erstreckt und einen Mittenabschnitt der Drillelement-Querschnittsform darstellt. Die Stege S1 bis S6 münden in diesen Wurzelbereich 4 bzw. gehen von diesem aus.

Die Stege S1 bis S6 einer jeweiligen Gruppe (S1 bis S3 und S4 bis S6) sind auf jeder Seite der vertikalen Achse V durch schmale Zwischenspalte 6 voneinander getrennt übereinander angeordnet. Die Dicke der jeweiligen Stege S1 bis S6 nimmt ausgehend vom Wurzelbereich 4 nach außen zu den freien lateralen Seitenrändern des Drillelementes 2 hin zu. Die Stege S1 bis S6 besitzen eine sehr geringe Spreizung

relativ zueinander. Die Stege S1 bis S6 selbst weisen jeweils eine keilförmige Querschnittsform in der Art eines liegenden oder geringfügig schräg gestellten schmalen Dreiecks auf, dessen Spitze in den Wurzelbereich 4 mündet.

5 Darüber hinaus weisen die Stege S1 bis S6 in diesem Ausführungsbeispiel nicht nur im Bereich der lateralen Seiten der Drillelement-Querschnittsform, sondern im wesentlichen über ihre nahezu gesamte keilförmige Querschnittsform hinweg unidirektionale, hoch dehnbare Verstärkungsfaserpakete 8 auf, die in eine geeignete Matrix, z.B. ein Epoxydharz, eingebettet sind und ebenfalls eine weitgehend
10 keilförmige Querschnittsform mit einer nach außen hin zunehmenden Dicke besitzen. Die Fasern der unidirektionalen Verstärkungsfaserpakete 8 verlaufen in Längsrichtung A des Drillelementes 2 und damit in Fliehkraftrichtung eines dem Drillelement 2 zugeordneten Rotorblattes (nicht gezeigt) des Rotors.

15 Die unidirektionalen Verstärkungsfaserpakete 8 erstrecken sich bis zur Außenkontur des Drillelement-Querschnittes. Anders als beim Stand der Technik sind die unidirektionalen Verstärkungsfaserpakete 8 an der Außenkontur des Drillelement-Querschnittes also nicht durch eine Fasergewebedeckschicht oder dergleichen, die über eine multidirektionale Faseranordnung verfügt, abgedeckt bzw. überlaminiert. Die
20 Fasern der unidirektionalen Verstärkungsfaserpakete 8 sind vorzugsweise Kohlefasern. Je nach Anwendungsfall können die Verstärkungsfaserpakete 8 jedoch zusätzlich einem geringen Anteil anderer Faserarten enthalten oder sogar aus anderen Faserarten hergestellt sein.

25 Die Fasern der unidirektionalen Verstärkungsfaserpakete 8 liegen in den im Rotorbetrieb durch Schwenkbewegungen des Rotorblattes am stärksten gedehnten Querschnittsbereichen des Drillelementes 2 und können hier sehr hohe Belastungen aufnehmen. Die zuvor genannten Ausgestaltungsform des Drillelement-Querschnittes und insbesondere seiner Stege S1 bis S6 und unidirektionale
30 Verstärkungsfaserpakete 8 stellt somit sicher, dass trotz einer vergleichsweise geringen Drillelement-Querschnittsbreite eine hohe Schwenksteifigkeit erzielbar ist.

Wie in der Zeichnung des weiteren dargestellt, sind die Stege S1 bis S6 in Längsrichtung des Drillelementes 2 jeweils geschlitzt ausgebildet. Pro Steg S1 bis S6

ist in diesem Ausführungsbeispiel ein Schlitz 10 vorgesehen. Grundsätzlich können im Drillelement-Querschnitt zusätzlich zu geschlitzten Stegen S1 bis S6 jedoch auch Stege vorhanden sein, die keine Schlitz aufweisen. Bei den gezeigten Stegen S1 bis S6 erstreckt sich der jeweilige Schlitz 10 ausgehend von einem freien lateralen Seitenrand der Drillelement-Querschnittsform in Richtung zu dem Wurzelbereich 4 und endet kurz vor diesem. Im vorliegenden Fall sind die Schlitz 10 der oberen und unteren Stege S1, S3 und S4, S6 gleich tief, während die Schlitz 10 der jeweils mittleren Stege S2 und S5 demgegenüber eine geringere Tiefe aufweisen. Die Schlitz 10 sind im wesentlichen geradlinig ausgebildet. Die jeweiligen Schlitzlängsachsen bzw. deren Verlängerungen überkreuzen sich vorzugsweise im Mittelpunkt (hier: Längsachse A) der Drillelement-Gesamtquerschnittsform überkreuzen oder verlaufen, wie im gegebenen Ausführungsbeispiel, in unmittelbarer Nähe des Mittelpunktes durch den Wurzelbereich 4.

Der Schlitz 10 eines jeweiligen Steges S1 bis S6 verläuft zwischen (mindestens) zwei benachbarten unidirektionalen Verstärkungsfaserpakten 8. In unmittelbarer Nähe seines Schlitzes 10 weist ein jeweiliger Steg S1 bis S6 mindestens eine Verstärkungsfasergewebelage 12 auf, die ausgehend von einer lateralen Schlitzöffnung U-förmig oder schlaufenförmig um einen Schlitzboden 10a und die innerhalb des Steges S1 bis S6 befindliche Schlitzkontur herum verläuft. Auch diese U-förmige oder schlaufenförmige Verstärkungsfasergewebelage 12 befindet sich somit zwischen zwei benachbarten unidirektionalen Verstärkungsfaserpakten 8 und ist an diese angeklebt bzw. anlamiert.

Wie aus der Figur überdies hervorgeht, sind jeweils zwei Stege S1, S6 und S3, S4, die sich an der Ober- und Unterseite der Drillelement-Querschnittsform paarweise gegenüberliegen, mit mindestens einer Verstärkungsfaserlage 14 ausgestattet, die sich über die Breite des jeweils einen Steges S1, S3 und über den Wurzelbereich 4 hinweg durchgehend zu dem jeweils anderen, gegenüberliegenden Steg S6, S4 und über dessen Breite erstreckt. Bei der Verstärkungsfaserlage 14 handelt es sich vorzugsweise um ein Fasergewebe. Aus der Zeichnung ist erkennbar, dass die jeweilige Verstärkungsfaserlage 14 (oben und unten) im Wurzelbereich 4 bis an die Außenkontur des Drillelement-Querschnitts reicht.

Die lateralen Seitenflächen der Stege S1 bis S6 sind oberhalb und unterhalb der horizontalen Mittelachse H zu der vertikalen Mittelachse V hin abgeschrägt bzw. um einen Winkel α geringfügig geneigt.

- 5 Je nach Anwendungsfall kann die Anzahl der Stege variieren und eine geringere oder höhere Anzahl als die oben beschriebenen sechs Stege S1 bis S6 annehmen.

Das erfindungsgemäße Drillelement 2 ist vorzugsweise integraler Bestandteil eines Rotorblattes, eines Rotorblatt-Verbindungselementes, eines Rotorblatt-Anschlusselementes oder eines Rotorkopfelementes (z.B. eine Rotorkopfplatte oder ein Rotorkopfbuchse). Es kann jedoch auch als separates Bauteil ausgestaltet werden.

Das Drillelement 2 kann an seinen Endbereichen Verbindungselemente zum Anschließen von angrenzenden Bauteilen (z.B. für ein Rotorblatt, falls das Drillelement als separates Bauteil oder als integrales Bauteil eines Rotorkopfelementes ausgestaltet ist) aufweisen.

Das erfindungsgemäße Drillelement 2 ist besonders als Komponente eines lagerlosen Rotors geeignet. Erfindungsgemäß ist ein Drehflügelflugzeug, insbesondere ein Hubschrauber, insbesondere ein Kipprotorhubschrauber, mit mindestens einem lagerlosen Rotor und mit mindestens einem solchen Drillelement 2 ausgestattet.

Bezugszeichen in den Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen dienen lediglich dem besseren Verständnis der Erfindung und sollen den Schutzbereich nicht einschränken.

Bezugszeichenliste

Es bezeichnen:

- 5
- 2 Drillelement
- 4 Wurzelbereich / Mittenabschnitt von 2
- 6 Zwischenspalte
- 8 Unidirektionale Verstärkungsfaserpakete
- 10 10 Schlitze
- 10a Schlitzboden
- 12 U-förmige oder schlaufenförmige Verstärkungsfasergewebelagen
- 14 Durchgehende Verstärkungsgewebelagen
- 15 S1 Steg
- S2 Steg
- S3 Steg
- S4 Steg
- S5 Steg
- 20 S6 Steg
- α Neigungswinkel / Abschrägung

Patentansprüche

1. Drillelement (2) für einen lagerlosen Rotor, welches weitgehendst aus Faserverbundwerkstoff hergestellt ist, mit einer im wesentlichen symmetrischen, abgeflachten Drillelement-Querschnittsform, welche annähernd die Umrissform eines liegenden, mittigen Doppelkegelschnitts besitzt.
2. Drillelement (2) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Drillelement-Querschnittsform durch zwei einander seitlich gegenüberliegende gleichartige Gruppen von Stegen (S1 bis S6) gebildet ist, wobei die Stege (S1 bis S6) einer jeweiligen gleichartigen Gruppe (S1 bis S3 und S4 bis S6) ausgehend von einem gemeinsamen dünnen Wurzelbereich (4), der einen Mittenabschnitt der Drillelement-Querschnittsform bildet und in den die Stege (S1 bis S6) beider Gruppen münden, durch schmale Zwischenspalte (6) voneinander getrennt übereinander angeordnet sind und die Dicke der jeweiligen Stege (S1 bis S6) zu den freien lateralen Seitenrändern des Drillelementes (2) hin zunimmt.
3. Drillelement (2) nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Stege (S1 bis S6) jeweils eine keilförmige Querschnittsform besitzen, deren Spitze in den Wurzelbereich (4) mündet.
4. Drillelement (2) nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Stege (S1 bis S6) zumindest im Bereich der lateralen Seiten der Drillelement-Querschnittsform unidirektionale Verstärkungsfaserpakete (8) aufweisen, deren Fasern in Längsrichtung (A) des Drillelementes (2) verlaufen.

5. Drillelement (2) nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die unidirektionalen Verstärkungsfaserpakete (8) bis zur Außenkontur des Drillelement-Querschnittes erstrecken.

6. Drillelement (2) nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fasern der unidirektionale Verstärkungsfaserpakete (8) Kohlefasern sind.

7. Drillelement (2) nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stege (S1 bis S6) in Längsrichtung des Drillelementes (2) jeweils mindestens einmal geschlitzt (10) sind, wobei sich der jeweilige mindestens eine Schlitz (10) ausgehend von einem freien lateralen Seitenrand der Drillelement-Querschnittsform in Richtung zu dem Wurzelbereich (4) erstreckt.

8. Drillelement (2) nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schlitze (10) im wesentlichen geradlinig ausgebildet sind und sich die jeweiligen Schlitzlängsachsen oder deren Verlängerungen im Mittelpunkt (A) der Drillelement-Querschnittsform überkreuzen oder in unmittelbarer Nähe des Mittelpunktes (A) durch den Wurzelbereich (4) verlaufen.

9. Drillelement (2) nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Schlitz (10) eines Steges (S1 bis S6) jeweils zwischen mindestens zwei benachbarten unidirektionalen Verstärkungsfaserpaketen (8) verläuft.

10. Drillelement (2) nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein jeweiliger Steg (S1 bis S6) in unmittelbarer Nähe seines Schlitzes (10) mindestens eine Verstärkungsfasergewebelage (12) aufweist, die ausgehend

von einer lateralen Schlitzöffnung U-förmig oder schlaufenförmig um einen Schlitzboden (10a) und die innerhalb des Steges (S1 bis S6) befindliche Schlitzkontur herum verläuft und sich zwischen zwei benachbarten unidirektionalen Verstärkungsfaserpakten (8) befindet.

5

11. Drillelement (2) nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

10

jeweils zwei Stege (S1, S6; S3, S4), die sich an der Ober- und Unterseite der Drillelement-Querschnittsform paarweise gegenüberliegen, mindestens eine Verstärkungsfaserlage (14) aufweisen, sich über die Breite des jeweils einen Steges (S1; S3) und über den Wurzelbereich (4) hinweg durchgehend zu dem jeweils anderen, gegenüberliegenden Steg (S6; S4) und über dessen Breite erstreckt.

15

12. Drillelement (2) nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die lateralen Seitenflächen der Stege (S1 bis S4) oberhalb und unterhalb einer horizontalen Mittelachse (H) des Drillelement-Querschnitts zur einer vertikalen Mittelachse (V) des Drillelement-Querschnitts hin abgeschrägt (α) sind.

20

13. Drillelement (2) nach einem oder mehreren der vorhergenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

25

dieses integraler Bestandteil eines Rotorblattes, eines Rotorblatt-Verbindungselementes, eines Rotorblatt-Anschlusselementes oder eines Rotorkopfelementes ist.

14. Lagerloser Rotor, umfassend mindestens ein Drillelement (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 13.

30

15. Drehflügelflugzeug, insbesondere Hubschrauber, umfassend mindestens einen lagerlosen Rotor mit mindestens einem Drillelement (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 13.

Zusammenfassung

Drillelement (2) für einen lagerlosen Rotor, welches weitgehendst aus
5 Faserverbundwerkstoff hergestellt ist, mit einer im wesentlichen symmetrischen,
abgeflachten Drillelement-Querschnittsform, welche annähernd die Umrissform eines
liegenden, mittigen Doppelkegelschnitts besitzt. Lagerloser Rotor, umfassend
mindestens ein solches Drillelement (2). Drehflügelflugzeug, insbesondere
Hubschrauber, umfassend mindestens einen Rotor mit mindestens einem solchen
10 Drillelement (2).

(Figur)

1/1

BEST AVAILABLE COPY

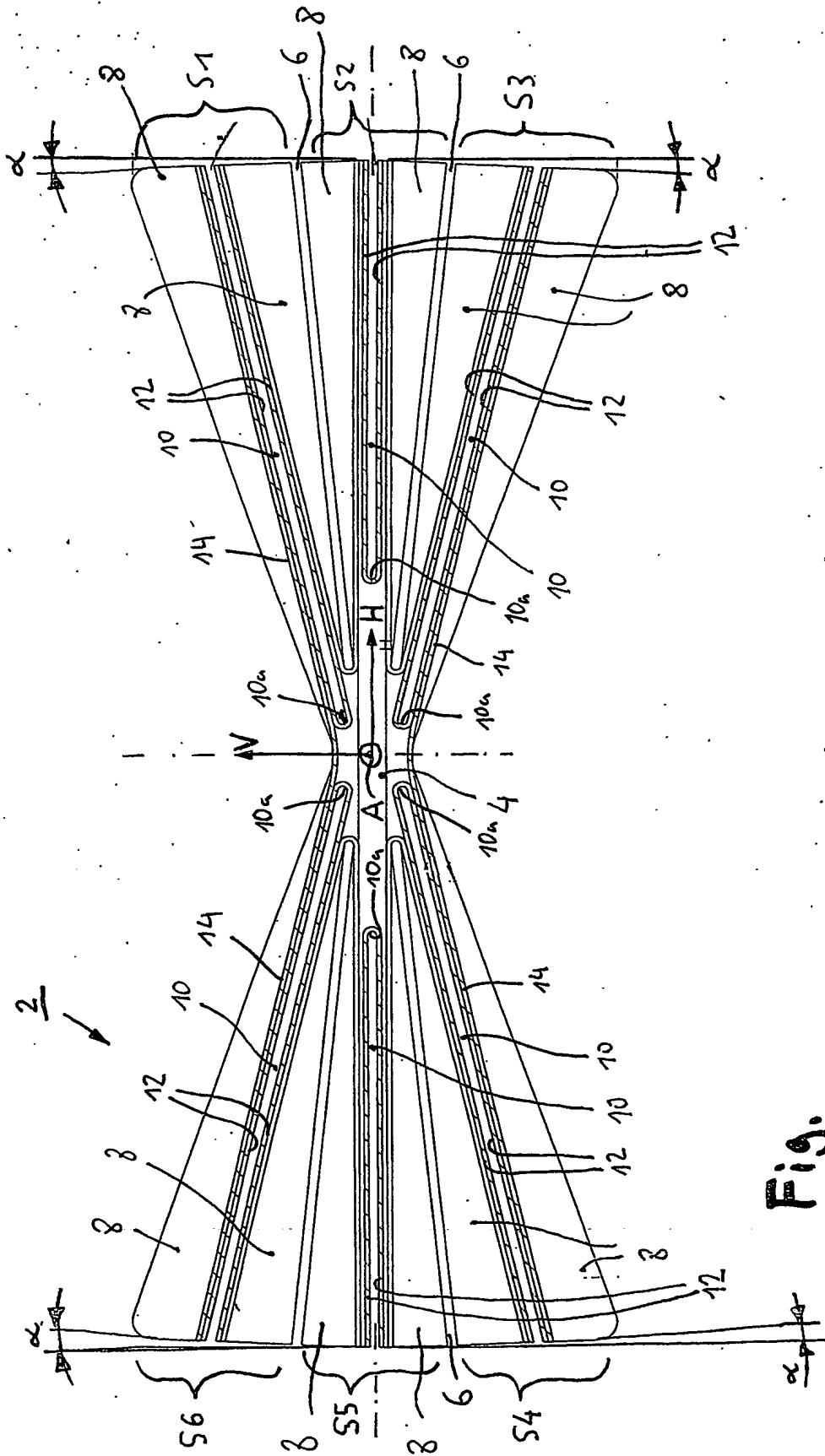


Fig.